

## Разработка технологических решений для создания нутритивной поддержки организма

И. В. Симакова, В. Н. Стрижевская, Н. П. Носачева,  
Н. В. Болотова, М. В. Ларина\*, О. В. Романова

\*Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия;  
e-mail: [pavlenkova.m@yandex.ru](mailto:pavlenkova.m@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4188-7480>

### Информация о статье      Реферат

Поступила  
в редакцию  
29.04.2022;

получена  
после доработки  
27.06.2022

### Ключевые слова:

флавоноиды,  
сохранение  
минорных  
компонентов,  
нутритивный  
статус

Приоритетные направления развития биомедицины и нутрициологии направлены на совершенствование питания посредством создания комбинированных пищевых продуктов с оптимальным содержанием незаменимых веществ. Продукты с высокой концентрацией питательных компонентов и низким содержанием влаги должны выступать в качестве пищевой поддержки в профилактической медицине. В процессе исследования разработаны технологические решения, сохраняющие нативный потенциал овощей и фруктов, обеспечивающие максимальную концентрацию веществ для создания нутритивной поддержки организма человека в различных состояниях. Сохранность лабильных в технологическом процессе компонентов пищи (хлорофилла, флавонола кверцетина и общего количества фенольных соединений) изучена на примере галет овощных (в начальной сырьевой композиции и готовом изделии). Исследования проводили методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе Dionex Ultimate 3000 (Thermo Scientific, США). Выбранный способ обезвоживания соответствует требованиям по сохранности биологически активных веществ и позволяет вести контроль скорости обезвоживания, минимизировать потери активных компонентов и обеспечивать неизменность нативных свойств сырья (сохранение структуры клеточной мембраны, присущей органолептическим характеристикам сырья), конструктивных и механических характеристик продукта, приемлемых для потребителя.

### Для цитирования

Симакова И. В. и др. Разработка технологических решений для создания нутритивной поддержки организма. Вестник МГТУ. 2022. Т. 25, № 3. С. 239–247. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2022-25-3-239-247>.

## Development of technological solutions for creating nutritional support for the body

Inna V. Simakova, Victoria N. Strizhevskaya, Natalia P. Nosacheva,  
Nina V. Bolotova, Marina V. Larina\*, Olga V. Romanova

\*Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia;  
e-mail: [pavlenkova.m@yandex.ru](mailto:pavlenkova.m@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4188-7480>

### Article info

Received  
29.04.2022;

received  
in revised form  
27.06.2022

### Key words:

flavonoids,  
preservation  
of minor  
components,  
nutritional  
status

### Abstract

Priority directions in developing biomedicine and nutrition are aimed at improving nutrition through the creation of combined food products with the optimal content of essential substances. Foods with a high concentration of nutrients and low moisture content should act as nutritional support in preventive medicine. In the process of research, technological solutions have been developed that preserve the native potential of vegetables and fruits, providing the maximum concentration of substances to create nutritional support for the human body in various conditions. The safety of food components labile in the technological process (chlorophyll, quercetin flavonol and the total amount of phenolic compounds) has been studied on the example of vegetable biscuits (in the initial raw material composition and in the finished product). The studies have been carried out by reverse-phase high-performance liquid chromatography on a Dionex Ultimate 3000 chromatograph (Thermo Scientific, USA). The selected dehydration method meets the requirements for the preservation of biologically active substances and allows one to control the rate of dehydration, minimize the loss of active components and ensure the invariance of the native properties of the raw material (preservation of the structure of the cell membrane inherent in the organoleptic characteristics of the raw material), structural and mechanical characteristics of the product acceptable to the consumer.

### For citation

Simakova, I. V. et al. 2022. Development of technological solutions for creating nutritional support for the body. *Vestnik of MSTU*, 25(3), pp. 239–247. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2022-25-3-239-247>.

## Введение

В настоящее время состояние здоровья населения ухудшается; растет число заболеваний, вызванных алиментарными факторами. Особое место в структуре заболеваемости занимает ожирение, вызывающее широкий спектр осложнений и обуславливающее риск раннего развития диабета, сердечно-сосудистых и других заболеваний.

Развитию алиментарно-зависимых заболеваний способствуют изменение пищеварительного статуса (плохая усвояемость, недостаток питательных веществ), обилие рафинированных продуктов питания в рационе современного человека, недостаток сна, вредные привычки (курение, алкоголь), а также чрезмерная физическая активность, стресс, эндокринные заболевания (диабет, гипопункция надпочечников, гипертиреоз), этические и эстетические проблемы ("идеальная фигура", религия, мировоззрение), наследственность, микроэлементозы.

У детей сахарный диабет, ожирение, микроэлементозы обусловлены дисбалансом эссенциальных пищевых веществ в организме.

Данные статистического сборника "Здравоохранение в России. 2021 г."<sup>1</sup> (*Нутрициология...*, 2017) свидетельствуют о росте заболеваний эндокринной системы, вызванных расстройством питания, нарушениями обмена веществ, ожирением, дефицитом массы тела (табл. 1).

Таблица 1. Данные статистического сборника "Здравоохранение в России. 2021 г."  
Table 1. Data from the "Statistical compendium of health in Russia – 2021"

Название болезни	Взрослое население (на 100 тыс. человек)					Дети в возрасте от 0 до 14 лет (на 100 тыс. человек)				
	2010 г.	2019 г.	% по сравнению с 2010 г.	2020 г.	% по сравнению с 2010 г.	2010 г.	2019 г.	% по сравнению с 2010 г.	2020 г.	% по сравнению с 2010 г.
Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ и дефицит массы тела	5 946,4	8 744,1	+47	8 242,2	+38	1 648,3	1 600,9	-2,9	1 331,3	-19,2
Из них сахарный диабет	2 364,7	3 481,8	+47	3 486,6	+47	14,4	24	+66	24	+66
Ожирение	813,2	1498,2	+84	1 303,9	+60	319,2	432,1	+35	350	+9,6
Болезни крови, кроветворных органов; нарушения, вовлекающие иммунный механизм	1 219,1	1 259,8	+3	1 102,8	-9,5	1 798,8	1 104,3	-38	897	-50
Из них анемии	1 099,4	1 103,8	+0,4	960,5	-12,6	1 691,2	1 002,5	-59	828,2	-49

Анализ данных табл. 1 показывает увеличение количества заболеваний, связанных с потреблением рафинированной пищи, перекусами. В период 2010–2019 гг. существенно изменилось количество людей с ожирением (рост на 84 % для взрослых и 35 % для детей), а также заболеваний сахарным диабетом (рост на 47 % для взрослых и 66 % для детей). Общее снижение намечилось в период пандемии, что можно связать с выравниванием режима питания, разнообразием рациона питания и сокращением перекусов из-за вынужденного нахождения на дистанционном режиме работы и обучения. При этом сахарный диабет у детей остался на прежнем уровне. При анализе статистических данных следует учесть, что люди с ожирением и диабетом в период пандемии находились в зоне повышенного риска, поэтому сокращение заболеваний может также быть связано со смертностью.

<sup>1</sup> Здравоохранение в России. 2021 : статистический сб. М. : Росстат. 2021. 171 с.

Замена традиционных продуктов на промышленно вырабатываемые пищевые продукты с рафинированными компонентами привела к формированию у современного человека устойчивого (практически круглогодичного) дефицита минорных компонентов пищи.

Недостаток овощей, фруктов, масел и других продуктов, способных привести баланс питательных веществ к физиологической норме, является острой проблемой системы здорового питания населения Российской Федерации (*Абаскалова и др., 2016*). Следует отметить, что уровень потребления овощей в большинстве регионов России ниже рекомендуемой медицинской нормы. Наименьшее количество потребления фруктов и овощей наблюдается в Сибири и на Дальнем Востоке (*Борисова и др., 2019; Косинский, 2007*). Дефицит пищевых веществ и биологически активных компонентов в рационе приводит к снижению резистентности организма к неблагоприятным факторам окружающей среды (малоадаптации), формированию иммунодефицитных состояний, нарушению функции антиоксидантной защиты, хронизации болезней, повышению риска развития распространенных заболеваний, снижению качества жизни.

Не разрешает данной ситуации потребление консервированных фруктов и овощей, поскольку при консервировании и замораживании значительно изменяются органолептические показатели качества и снижается биологическая ценность продукта. Согласно современным исследованиям потребление овощей, консервированных посредством соления и маринования, повышает риск развития онкологических заболеваний (*Lowe, 2021*).

Многие минорные компоненты пищи нужны для сохранения здоровья и снижения риска хронических заболеваний. Эти компоненты – хемопротекторы и хемопревенторы – играют исключительно важную роль в обеспечении защитно-адаптационных возможностей организма (*Нутрициология..., 2017*).

В качестве эссенциальных нутриентов, обладающих биологическим и терапевтическим действием, изучаются аминокислоты (глутамин, аргинин, аминокислоты с разветвленной цепью), нутрицевтики липидной природы ( $\omega_3$ -жирные кислоты, длинно- и среднецепочечные жирные кислоты), различные антиоксиданты (витамины С, Е,  $\beta$ -каротин), убихинон, биофлавоноиды, пектин и пищевые волокна<sup>2</sup>.

Рекомендации по потреблению пищевых волокон и минорных компонентов пищи, утвержденные Научно-исследовательским институтом питания Российской академии медицинских наук, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Потребность в пищевых волокнах и некоторых эссенциальных веществах<sup>2</sup>

Table 2. The need for dietary fiber and some essential substances according to Norms of physiological energy and nutritional requirements for various population groups of the Russian Federation

Незаменимые вещества	Дети от 3 лет до 18 лет	Все возрастные группы с 18 лет
Пищевые волокна, г	10–22	20–25
Витамин С, мг	30–90	100
Витамин А, мкг рет. экв.	400–1 000	800–900
Бета-каротин, мг	–	5,0
Витамин К, мкг	30–120	120
Флавоноиды, мг	150–250 (с 7 лет)	250 (в том числе катехинов – 100)
Изофлавоны, изофлавоногликозиды, мг	–	50

Потребность в пищевых волокнах определена в 20–25 г в сутки для взрослых и от 10–22 г для детей (табл. 2); существуют также рекомендации с более высокими показателями (20–40 г/сут для взрослых) (*Ардатская, 2011*).

Достаточное количество поступающих в организм углеводов оказывает "белоксберегающий" эффект, т. е. экзогенные аминокислоты используются в основном на пластические, а не на энергетические нужды. При резком снижении углеводов в диете происходит усиление окисления липидов, сопряженное с интенсивным кетогенезом, и увеличение катаболизма белка. Избыток поступления углеводов приводит к интенсификации липогенеза с возможным развитием ожирения. В Российской Федерации оптимальным для здорового человека считается потребление углеводов в количестве 50–65 % от энергетической ценности рациона. В зависимости от эволюционных особенностей питания пища должна содержать большее или меньшее количество балластных структур, непосредственно не участвующих в обмене веществ организма. Пищевые волокна и гипогликемические вещества способны снижать сахар крови; многие из них являются дериватами гуанидина. Сахароснижающее действие оказывают капуста белокочанная и брюссельская, грейпфруты, лимоны, апельсины, лук, чеснок, грибы, шпинат, сельдерей, овес, черника, земляника.

<sup>2</sup> Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21. М., 2021. 72 с.

В настоящее время большое значение в диетотерапии сахарного диабета придается неперевариваемым полисахаридам (целлюлозе, гемицеллюлозе, пектину). Пищевые волокна стимулируют перистальтику кишечника, уменьшают всасывание холестерина и жирных кислот, адсорбируют в кишечнике токсические продукты. По некоторым данным, пищевые волокна улучшают гликемию, инсулинемию, липемию, снижают содержание глюкозагона, иммунореактивного инсулина в крови, повышают чувствительность тканевых рецепторов к инсулину и толерантность к углеводам. Но позитивный эффект пищевых волокон, согласно данным авторов (*Петеркова и др., 2017*), проявляется при поступлении его в больших количествах (более 50 г в день вместо 20–25 г), поэтому диета больных сахарным диабетом должна содержать овощи и фрукты, богатые пищевой клетчаткой (яблоки, смородину, капусту, морковь, свеклу, малину, землянику, грибы и др.), хлеб из муки грубого помола и с отрубями, овсяную крупу.

Основные исследования современных ученых направлены на разработку БАД (или специализированных продуктов питания с БАД), а не на концентрацию и сохранение природных нутриентов. Для производства продуктов питания функционального назначения применяются различные способы.

Экструзионные продукты питания, содержащие преимущественно крахмал, могут иметь изотропную и анизотропную микроструктуры, а продукты, основным компонентом которых являются белки, характеризуются анизотропной микроструктурой. Такой способ позволяет повысить усвояемость зерновых и бобовых, но не актуален для овоще-фруктовых композиций (*Способы производства..., 2018*).

В настоящее время популярны комбинированные разработки зерновых и фруктовых батончиков и других продуктов. Особенностью этих технологических решений является формирование фруктов, высушенных различными способами, и зерновых в различных формах (мука, хлопья, экструдированные зерновые и т. д.) на разных основах: жировой (для когезии применяются различные растительные жиры), углеводной (применяются сиропы фруктозо-глюкозные, крахмальная патока), комбинированной углеводно-жировой или жировой с сахарозаменителями. Некоторые разработчики в качестве основы предлагают использовать глицерин. Общими недостатками известных технологий являются повторности и многоступенчатость обработки пищевого сырья, при которых водорастворимые витамины и БАВ не могут быть максимально сохранены. Не предусмотрены возможные окислительные изменения жирового компонента в процессе термической обработки и дальнейшего хранения. Применение углеводных основ существенно увеличивает калорийность продукции (*Фруктово-ягодные снеки..., 2015*).

Предлагаемые способы обезвоживания овощей и фруктов имеют некоторые особенности и недостатки. При конвективном нагреве велика вероятность перегрева продукта в разных слоях и появления других пороков, вызванных ферментативным окислением и реакцией меланоидинообразования (*Способ производства..., 2020*).

Комбинированный способ может включать четыре этапа обезвоживания: на первом этапе продукт нагревается токами низкой частоты до температуры 55–65 °С (при этом происходит его электролитическое обеззараживание); на последующих трех этапах фрукты и ягоды сушатся энергией ИК-излучения и СВЧ-энергией с плотностью потока мощности не более 0,2, 0,3 и 0,4 Вт/см<sup>2</sup> соответственно. Недостатками этого процесса являются его многоэтапность, большая продолжительность сушки, невысокие качественные показатели конечного продукта (*Способ сушки..., 2002; Способ сушки..., 2003*).

Одним из направлений развития диетотерапии является создание комбинированных продуктов питания с оптимальным содержанием эссенциальных веществ. При построении лечебно-профилактических рационов питания современная диетология сталкивается с дилеммой: с одной стороны, необходимо ограничить объем потребляемой пищи с целью достижения соответствия между калорийностью рациона питания и энерготратами организма, а с другой – значительно расширить ассортимент потребляемых пищевых продуктов для ликвидации существующего дефицита пищевых нутриентов. Одним из эффективных путей оптимизации является применение принципов пищевой комбинаторики при разработке метаболически направленных продуктов питания.

По мнению авторов, в качестве нутритивной поддержки в превентивной медицине должны выступать продукты с высокой концентрацией питательных и эссенциальных компонентов и низким содержанием влаги.

Целью исследования являлась разработка технологических решений, сохраняющих нативный потенциал овощей и фруктов, обеспечивающих максимальную концентрацию веществ для создания нутритивной поддержки организма человека в различных состояниях. В ходе разработки было необходимо:

- 1) обосновать выбор региональных овощей и фруктов, максимально стабильных при технологическом воздействии и способных обеспечить нутритивную поддержку. В качестве критериев выбора региональных овощей и фруктов применялись их химический состав, структурно-механические свойства, доступность, экономическая целесообразность, возможность максимальной унификации технологических характеристик в процессе производства продукции;

- 2) найти оптимальные технологические решения для производства новых продуктов питания.

## Материалы и методы

Исследование проводилось в Институте биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН и Саратовском государственном аграрном университете им. Н. И. Вавилова.

Предмет исследования – медико-биологическое обоснование технологических решений при разработке новых продуктов, предназначенных для применения в превентивной медицине.

В качестве объектов исследования использовались дегидрированные продукты из овощей и фруктов, предназначенные для перекуса (табл. 3):

1 вариант – монокомпонентные слайсы (тыквенный, дынный и яблочный);

2 вариант – многокомпонентные сэнки: фруктово-овощной (свекла и яблоко) и овощной (томат, лук и смесь зелени).

Пищевую ценность определяли расчетным методом по таблицам химического состава<sup>3</sup>; водопоглощение – при гидромодуле 1 : 10 и стандартных условиях.

Анализ биологически активных веществ (флавоноидов) осуществляли методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе Dionex Ultimate 3000 (Thermo Scientific, США) с использованием колонки Luna 5u C18(2) 100A, 5 мкм, 4,6 мм × 150 мм (Phenomenex, США) (серийный номер 125617-12). Детектирование осуществлялось при длинах волн А и В, равных 265 нм. Время анализа составляло 15 минут (для витаминов) и 25 минут (для флавоноидов).

Экстракты исследовались методом хроматографии в условиях изократического элюирования [растворитель А – метанол квалификации (Ultra) gradient HPLC grade ("J. T. Baker", Нидерланды), растворитель В – ацетонитрил квалификации HPLC grade (Panreac, Испания)] в соотношении 80 : 20; скорость потока 1 мл/мин; объем вводимого образца 20 мкл. Управление хроматографом и анализ данных выполнялся с помощью программы Chromeleon версии 7.1.2.1478 (Thermo Scientific, Dionex, США) (Водяник и др., 2008; Harborne et al., 1992).

При расчете пищевой ценности учитывали массовую долю сухих веществ в сэнке; она составила 10 % (100 г свежего овоща или фрукта эквивалентно 10 г сушеного фрукта или овоща).

Для разработки оптимальных рецептурных и технологических решений выбрали стандартную гидромеханическую подготовку сырья (мойка, очистка), остальные приемы и способы предложены исходя из обеспечения максимальной сохранности пищевых веществ.

Расчет нутрициологического состава сэнков с прогнозированием сохранности на готовое изделие представлен в табл. 3.

Таблица 3. Пищевая и энергетическая ценность рецептурных композиций  
Table 3. Nutritional and energy value of the afternoon snack

Нутриент	Слайс (1 порция – 40 г)			Сэнк (1 порция – 40 г)		Среднее значение реком. суточной потребности
	Яблоко	Дыня	Тыква	"Томатный с луком и зеленью" (овощной)	"Яблочно-свекольный" (фруктово-овощной)	
Калорийность, кКал	101,2	136,4	27,2	84	102	2 150
Белки, г	0,9	0,3	1,2	4,2	2,2	90
Жиры, г	0	0	0	2	0,1	100
Общее количество углеводов, г	23,6	32,9	5,6	11,8	23,1	435
Усвояемые углеводы						
Крахмал и декстрины, г	1,36	0,04	0,16	0,46	0,8	–
Моно- и дисахариды (сахара), г	22,2	2,9	5,6	9,4	22,3	–
Глюкоза (декстроза), г	5	0,5	2,4	4,3	4,3	–
Сахароза, г	7	1,7	0,4	2,2	15	–
Фруктоза, г	9	0,7	2,8	2,8	14,1	–
Органические кислоты, г	0,9	0	0,1	1,3	0,5	–
Пищевые волокна, г	6	0,4	2,4	2,5	4,1	25

<sup>3</sup> Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. М. : ДеЛи плюс. 2012. 283 с.

Витамины						
Витамин А, РЭ, мкг	1,2	26,8	308,4	197	1,9	900
Бета-каротин, мг	0,008	0,16	1,84	1,2	1,2	5
Витамин С, мг	0,8	8	10	38,2	2,4	100
Витамин Е, альфа токоферол, ТЭ, мг	0,9	0,04	0,5	1,2	0,2	15
Витамин РР, НЭ, мг	0,48	0,2	0,86	1,23	0,48	20
Макроэлементы						
Калий, мг	232	47,2	251,6	535	462	3 500
Магний Mg, мг	12	5,2	17,2	38	32,4	420
Микроэлементы						
Железо Fe, мг	2,4	0,4	0,5	1,8	2,8	18
Кобальт Co, мкг	0,47	0,8	1,2	9	0	10
Медь Cu, мкг	75	18,8	222	205	38,2	1 мг

Приведенные результаты показывают, что снэк фруктово-овощной "Яблочно-свекольный" обеспечивает суточную потребность в пищевых волокнах и железе на 16 %. Слайс из тыквы обеспечивает суточную потребность в витамине А на 32 %, меди – на 96 %, бета-каротине – на 37 %. Снэк овощной "Томатный с луком и зеленью" обеспечивает суточную потребность в витамине С на 38 %, калии – на 15 %, кобальте – на 90 %. Оба снэка обеспечивают потребность в бета-каротине на 24 % (исходя из рекомендованной потребности в сутки). Полученные данные позволяют предположить, что такой продукт обладает функциональными свойствами, способными оказывать нутритивную поддержку организма.

Принятые технологические решения включают гидромеханическую подготовку и обезвоживание сырья.

Механическая обработка яблока, дыни и тыквы – нарезка пластинками толщиной 3–4 мм с сохранением природной конфигурации; для изготовления многокомпонентных снэковых изделий (снэков овощного и фруктово-овощного) предложены различные формы нарезки (свекла и яблоко – соломкой; томат – мелким кубиком; лук и смесь зелени – крошкой) с последующим формованием перед обезвоживанием.

Формование производилось на разработанной авторами пресс-форме, в результате формования осуществлялись подпрессовывание составляющих и их когезия за счет капиллярной влаги и выделенных с ней веществ. Данный способ формования позволяет избежать использования основы в виде жира, патоки, глицерина, применяемых в аналоговых технологических решениях.

Для приготовления обезвоженной продукции предложено применение энергоэффективной и деликатной технологии с использованием длинноволнового резонансного ИК-излучения.

Выбранный способ обезвоживания отвечал требованиям сохранности биологически активных веществ: сокращение времени процесса обезвоживания; минимальные потери активных компонентов; неизменность нативных свойств сырья (сохранность структуры клеточной мембраны; органолептических показателей, свойственных сырью); приемлемых для потребителя структурно-механических характеристик. Некоторые вещества, такие как хлорофилл, сложно сохранить в неизменном виде при обработке. Хлорофилл улучшает детоксикацию организма человека посредством быстрого выведения отходов, регуляции уровня жидкости. Помимо этого, предварительные исследования показали преимущество хлорофилла в ускорении обмена веществ, что ведет к снижению веса.

Для сохранения полезных веществ в неизменном виде предложено применение ступенчатого способа ИК-дегидрирования, обеспечивающего поэтапное удаление влаги с разной энергией связи. Таким образом достигается не только сохранение сенсорных, физических и химических свойств, но и возможность повышения доступности субстрата для микроорганизмов кишечника.

## Результаты и обсуждение

Сохранность эссенциальных компонентов обоснована на примере комбинированного продукта – снэка овощного – по методике, изложенной в работах (*Водяник и др., 2008; Harborne et al., 1992*). В ходе исследования обнаружен широкий спектр фенольных соединений, в том числе флавонол кверцетин (его содержание невелико по сравнению с остальными компонентами) (рис. 1). Однако суммарно они представляют достаточное количество для восполнения дневной нормы, соответствующей 30 мг. Наиболее выражен пик хлорофилла.

В экстракте из влажного (необработанного) сырья концентрация указанных соединений существенно ниже. Это позволило прогнозировать возможность концентрации эссенциальных компонентов в готовом продукте. На примере образца, состоящего из томата, лука и зелени, доказана сохранность кверцетина в дегидрированной пряной смеси (74 %) и других фенольных соединений (83,3 %) (рис. 2).

В готовых изделиях наблюдается максимальная концентрация веществ за счет удаления свободной и связанной воды, что позволяет рекомендовать эквивалентную замену 8–9 кг свежего сырья на 1 кг сухого.

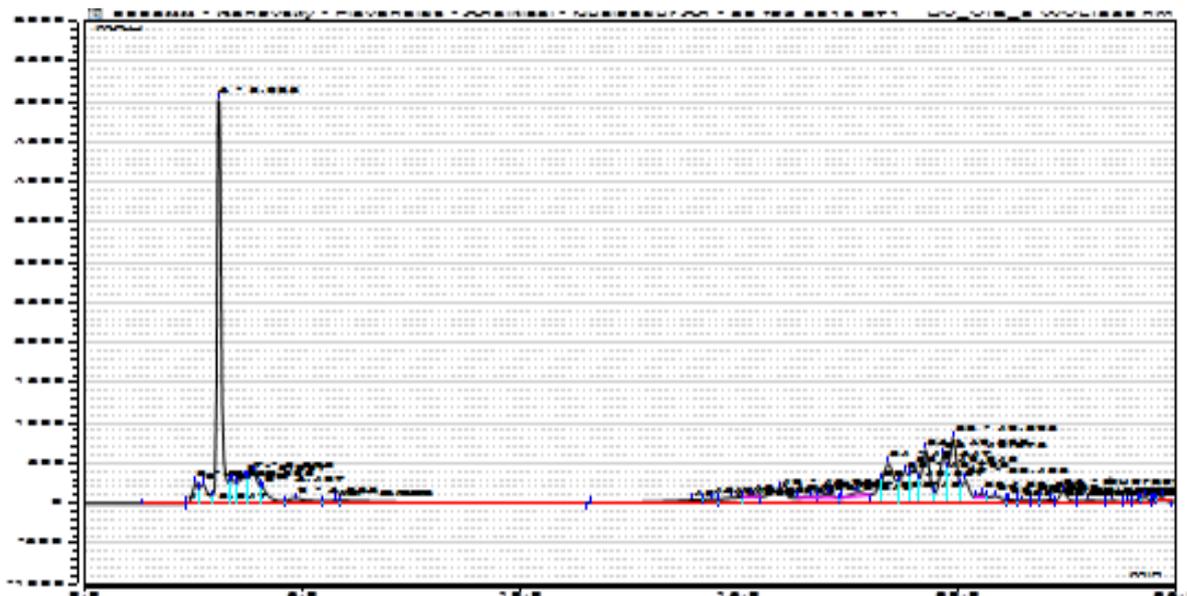


Рис. 1. Снэк многокомпонентный на основе томата. Образец хроматограммы пика хлорофилла  
Fig. 1. Chromatogram sample of chlorophyll peak, multicomponent tomato-based snack

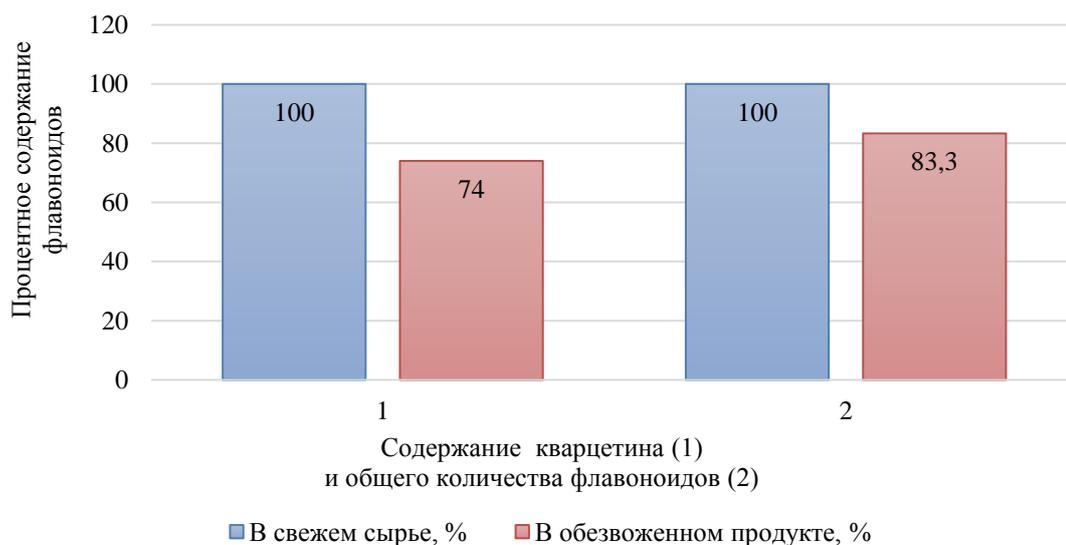


Рис. 2. Содержание флавоноидов в галетах овощных после обезвоживания  
Fig. 2. The content of flavonoids in vegetable biscuits after dehydration

В ходе экспериментов доказана сохранность наиболее лабильных в технологической обработке компонентов, таких как флавоноиды, хлорофилл, что позволяет рекомендовать данные технологические решения как деликатные. В большинстве технологий, предлагаемых к разработке и применяемых в настоящее время, отсутствуют обоснованный нутритивный подход и объяснение влияния выбранной обработки на трансформацию веществ в технологическом процессе. Предлагаемые технологические решения отличаются рациональным выбором сырья и щадящих режимов воздействия на всех стадиях процесса производства, а также отказом от вспомогательных компонентов, формирующих структуру; они актуальны для продукции, обеспечивающей нутритивную поддержку.

### Заключение

Разработанные технологические решения способствуют сохранению нутрициологического потенциала овощей и фруктов и могут быть применены для выработки продукции, обеспечивающей максимальную концентрацию веществ и создающей нутритивную поддержку организма человека в различных состояниях.

Применение энергоэффективной и деликатной технологии с использованием длинноволнового резонансного ИК-излучения позволяет:

- выбирать способ обезвоживания, который соответствует требованиям по сохранности биологически активных веществ; вести контроль скорости обезвоживания;
- минимизировать потери активных компонентов;
- сохранять неизменность нативных свойств сырья (структуры клеточной мембраны, присущей органолептическим характеристикам сырья), конструктивных и физико-химических свойств продукта, приемлемых для потребителя.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Библиографический список

- Абаскалова Н. П., Зверкова А. Ю. Научный обзор : Системный подход в педагогике здоровья // Научное обозрение. Педагогические науки. 2016. № 2. С. 5–24. EDN: WLZECР.
- Ардатская М. Д. Клиническое применение пищевых волокон. М. : 4ТЕ Арт, 2011. 48 с.
- Борисова О. В., Алоян А. А. Стратегические направления развития овощной консервной промышленности юга Сибири // Фундаментальные исследования. 2019. № 7. С. 27–31. EDN: VWMGXW.
- Водяник А. Р., Шадрин А. Ю., Синева М. Ю. Сверхкритическая флюидная экстракция природного сырья: мировой опыт и ситуация в России // Сверхкритические флюиды : Теория и Практика. 2008. Т. 3, № 2. С. 58–69.
- Косинский П. Д. Продовольственная самообеспеченность региона как основа повышения качества жизни населения : дис. ... д-ра экон. наук. Кемерово, 2007. 376 с.
- Нутрициология-2040. Горизонты науки глазами ученых / под ред. В. В. Бессонова, В. Н. Княгинина, М. С. Липецкой. СПб. : Фонд «Центр стратегических разработок "Северо-Запад"», 2017. 105 с.
- Петеркова В. А., Таранушенко Т. Е., Киселева Н. Г. Нарушения углеводного обмена у детей: гипергликемия и сахарный диабет в практике педиатра // Медицинский совет. 2017. № 1. С. 220–224.
- Способ производства овощных и овощефруктовых батончиков для функционального, спортивного и школьного питания : пат. 2728319 / Винницкая В. Ф., Попова Е. И., Ананьева О. В. № 2019112370 ; заявл. 23.04.2019. ; опублик. 29.07.2020. Бюл. № 22. EDN: IXVVKG.
- Способ сушки и обеззараживания фруктов и ягод : пат. 2194228 Рос. Федерация / Чекрыгина И. М., Букреев В. Г., Еремин А. Д. № 2000123044/13 ; заявл. 04.09.2000 ; опублик. 10.12.2002. EDN: FGETFZ.
- Способ сушки плодов и овощей : пат. 2195824 Рос. Федерация / Иванов В. А., Сапунов Г. С. № 2000116678/13 ; заявл. 23.06.2000 ; опублик. 10.01.2003. EDN: RPGPAF.
- Способы производства зерновых батончиков для функционального и специализированного питания : пат. 2662184 Рос. Федерация / Егорова С. В., Кулаков В. Г., Ростегаев Р. С., Патсаев М. М. [и др.]. № 2017110932 ; заявл. 03.04.2017 ; опублик. 24.07.2018. Бюл. № 21. EDN: NDTWTQ.
- Фруктово-ягодные снеки и способ их производства : пат. 2560950 Рос. Федерация / Минаева М. А. № 2014124629/13 ; заявл. 18.06.2014 ; опублик. 20.08.2015. Бюл. № 23. EDN: PNBRID.
- Harborne J. B., Williams C. A. Advances in flavonoid research since 1992 // Phytochemistry. 2000. Vol. 55, Iss. 6. P. 481–504. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1). EDN: ALIMML.
- Lowe N. M. The global challenge of hidden hunger: Perspectives from the field // Proceedings of the Nutrition Society. 2021. Vol. 80, Iss. 3. P. 283–289. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665121000902>.

#### References

- Abaskalova, N. P., Zverkova, A. Yu. 2016. Scientific review: A systematic approach in health pedagogy. *Nauchnoe obozrenie. Pedagogicheskie nauki*, 2, pp. 5–24. EDN: WLZECР. (In Russ.)
- Ardatskaya, M. D. 2011. Clinical application of dietary fiber. Moscow. (In Russ.)
- Borisova, O. V., Aloyan, A. A. 2019. Strategic directions of development of the vegetable canning industry of the South of Siberia. *Fundamentalnye issledovaniya*, 7, pp. 27–31. EDN: VWMGXW. (In Russ.)
- Vodyanik, A. R., Shadrin, A. Yu., Sinev, M. Yu. 2008. Supercritical fluid extraction of natural raw materials world experience and the situation in Russia. *Sverkhkritichnyye fluidy: Teoriya i praktika*, 3(2), pp. 58–69. (In Russ.)
- Kosinsky, P. D. 2007. Food self-sufficiency of the region as a basis for improving the quality of life of the population. Ph.D. Thesis. Kemerovo. (In Russ.)
- Nutritionology-2040. Horizons of Science through the Eyes of Scientists. 2017. Eds. Bessonov V. V., Knyaginina V. N. Saint Petersburg. (In Russ.)
- Peterkova, V. A., Taranushenko, T. E., Kiseleva, N. G. 2017. Disorders of carbohydrate metabolism in children: Hyperglycemia and diabetes mellitus in pediatrician practice. *Meditinskiy sovet*, 1, pp. 220–224. (In Russ.)

- Vinnitskaya, V. F., Popova, E. I., Ananyeva, O. V. 2020. Method of production of vegetable and vegetable fruit bars for functional, sports and school meals, Russian Federation, Pat. 2728319. EDN: IXVVKG. (In Russ.)
- Chekrygina, I. M., Bukreev, V. G., Eremin, A. D. 2002. Method of drying and disinfection of fruits and berries, Russian Federation, Pat. 2194228. EDN: FGETFZ. (In Russ.)
- Ivanov, V. A., Sapunov, G. S. 2003. Method of drying fruits and vegetables, Russian Federation, Pat. 2195824. EDN: RPGPAF. (In Russ.)
- Egorova, S. V., Kulakov, V. G., Rostegaev, R. S., Patsaev, M. M. 2018. Method of production of grain bars for functional and specialized nutrition, Russian Federation, Pat. 2662184. EDN: NDTWTQ. (In Russ.)
- Minaeva, M. A. 2015. Fruit and berry snacks and the method of their production, Russian Federation, Pat. 2560950. EDN: PNBRID. (In Russ.)
- Harborne, J. B., Williams, C. A. 2000. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, 55(6), pp. 481–504. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1). EDN: ALIMML.
- Lowe, N. M. 2021. The global challenge of hidden hunger: Perspectives from the field. *Proceedings of the Nutrition Society*, 80(3), pp. 283–289. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0029665121000902>.

#### Сведения об авторах

**Симакова Инна Владимировна** – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005;  
Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, д-р техн. наук, профессор;  
e-mail: [simakovaiv@yandex.ru](mailto:simakovaiv@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

**Inna V. Simakova** – 335 Sokolova Str., Saratov, Russia, 410005;  
Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Dr Sci. (Engineering), Professor;  
e-mail: [simakovaiv@yandex.ru](mailto:simakovaiv@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0998-8396>

**Стрижевская Виктория Николаевна** – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005;  
Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, канд. техн. наук, доцент;  
e-mail: [viktoriya\\_strizh@mail.ru](mailto:viktoriya_strizh@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-6576>

**Victoria N. Strizhevskaya** – 335 Sokolova Str., Saratov, Russia, 410005;  
Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor;  
e-mail: [viktoriya\\_strizh@mail.ru](mailto:viktoriya_strizh@mail.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-6576>

**Носачева Наталия Петровна** – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005;  
Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, аспирант;  
e-mail: [fax1980@yandex.ru](mailto:fax1980@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-000253313161>

**Natalia P. Nosacheva** – 335 Sokolova Str., Saratov, Russia, 410005;  
Saratov State Agrarian University named after N. I. Vavilov, PhD. Student;  
e-mail: [fax1980@yandex.ru](mailto:fax1980@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-000253313161>

**Болотова Нина Викторовна** – ул. Большая Казачья, 112, г. Саратов, Россия, 410012;  
Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского Минздрава России,  
д-р мед. наук, профессор; e-mail: [meduniv@sgmu.ru](mailto:meduniv@sgmu.ru)

**Nina V. Bolotova** – 112 Bolshaya Kazachya Str., Saratov, Russia, 410012;  
Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia,  
Dr Sci. (Medicine), Professor; e-mail: [meduniv@sgmu.ru](mailto:meduniv@sgmu.ru)

**Ларина Марина Владимировна** – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005;  
Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, аспирант;  
e-mail: [pavlenkova.m@yandex.ru](mailto:pavlenkova.m@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4188-7480>

**Marina V. Larina** – 335 Sokolova Str., Saratov, Russia, 410005; Saratov State Agrarian University  
named after N. I. Vavilov, PhD. Student;  
e-mail: [pavlenkova.m@yandex.ru](mailto:pavlenkova.m@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4188-7480>

**Романова Ольга Владимировна** – ул. Соколова, 335, г. Саратов, Россия, 410005;  
Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова, канд. пед. наук, доцент;  
e-mail: [romanovaov2006@yandex.ru](mailto:romanovaov2006@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-2487>

**Olga V. Romanova** – 335 Sokolova Str., Saratov, Russia, 410005; Saratov State Agrarian University  
named after N. I. Vavilov, Cand. Sci. (Pedagogics), Associate Professor;  
e-mail: [romanovaov2006@yandex.ru](mailto:romanovaov2006@yandex.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8014-2487>